

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-6858

(43)公開日 平成5年(1993)1月14日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H01L 21/205

識別記号 庁内整理番号  
7739-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 (主 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-217875

(22) 出願日 平成3年(1991)8月2日

(31) 優先權主張番号 特願平2-310632

(32) 优先日 平2(1990)11月16日

(33) 優先權主張國 日本 (J P)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号

(72) 発明者 牛川 治憲

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3

## エレクトロン株式会社内

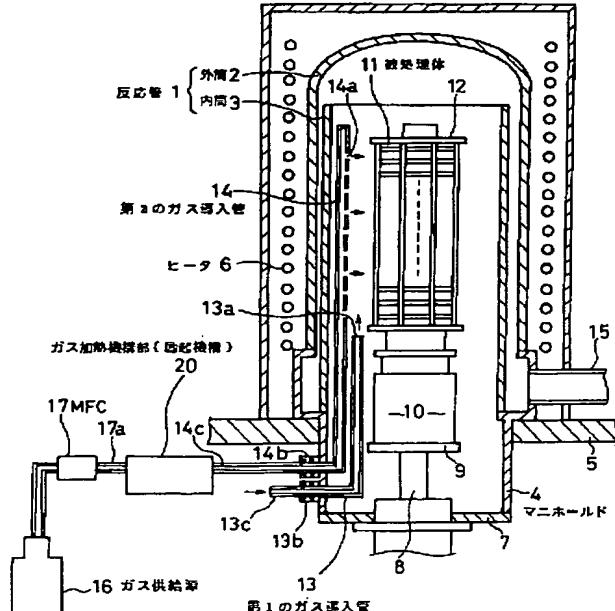
(74) 代理人 弁理士 浅井 章弘

(54) 【発明の名称】 热処理装置

(57) 【要約】

【目的】 熱分解温度の異なる複数の処理ガスを用いて複数枚の被処理体に成膜したとき被処理体面間の成膜均一性を改善する。

【構成】 被処理体収納具12に設けられた複数の被処理体11と、この被処理体収納具12を収容する反応管1と、この反応管を囲繞するように設けた加熱機構6と、熱分解温度の異なる少なくとも2つの処理ガスを供給する少なくとも2つのガス供給部を有する熱処理装置において、上記ガス供給部の少なくとも1つには、上記処理ガスの内の熱分解温度の高い処理ガスを励起する励起機構20を設け、処理ガスを予備励起する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め定められた間隔で被処理体収納具に設けられた複数の被処理体と、この被処理体収納具を収容する反応管と、この反応管を囲繞する如く設けられた加熱機構と、上記反応管内に熱分解温度の異なる少なくとも2つの処理ガスを供給する少なくとも2つのガス供給部とを備えた熱処理装置において、上記ガス供給部の少なくとも1つには、上記処理ガスのうち熱分解温度の高い処理ガスを励起する励起機構を設けたことを特徴とする熱処理装置。

【請求項2】 上記励起機構は、上記処理ガスを加熱するガス加熱機構部を有することを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項3】 上記励起機構は、上記処理ガスに光を照射する光照射機構部を有することを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

【請求項4】 上記励起機構は、上記処理ガスをプラズマ化するプラズマ化機構部を有することを特徴とする請求項1記載の熱処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、熱処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 減圧CVD装置を用いて、ポリシリコン成膜時に同時にホスフィン( $\text{PH}_3$ )を添加し、成膜終了時にリン(P)がドープされるリン添加ポリシリコン成膜を行う場合の膜厚の面内均一性を向上させるため、半導体ウエハより大きな形状の石英のリング板を設け、このリング板に半導体ウエハを密着して所定の膜生成を行いうものとして特開昭58-108735号、特開昭61-201696号公報がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 例えばジシラン( $\text{Si}_x\text{H}_y$ )とホスフィンを用いてリン添加シリコン膜を成膜する場合、 $\text{Si}_x\text{H}_y$ の分解温度は約500°Cであるのに対して $\text{PH}_3$ の分解温度は約570°Cと上記2つの処理ガスの分解温度が異なる。上記2つの処理ガスを用いてリン添加シリコン膜を生成する場合、通常成膜ガスである $\text{Si}_x\text{H}_y$ の分解温度である約500°Cに熱処理装置内を均一に加熱した状態で成膜を行う。その理由は、約500°Cにおいては $\text{Si}_x\text{H}_y$ の反応はいわゆる反応律速の反応状態でありウエハ面内均一性が良好な成膜が行われる。

【0004】一方、上記成膜温度を $\text{PH}_3$ の分解温度に近い例えば550°Cと高い温度とすると $\text{Si}_x\text{H}_y$ の反応は活発な反応状態である、いわゆる供給律速の反応状態となり、 $\text{Si}_x\text{H}_y$ ガスが多く供給されるウエハ周縁の膜厚が厚くなつて不均一な膜厚となり、前記文献の技術を用いることにより、ある程度膜厚均一性は改善することができるが、十分な膜厚均一性は得られない。

【0005】ところが、 $\text{Si}_x\text{H}_y$ の分解温度は約330°Cであるのに対して $\text{PH}_3$ の分解温度は約380°Cと上記2つの処理ガスの分解温度が異なり、500°Cでは $\text{PH}_3$ は分解速度が非常に遅い。従って、 $\text{Si}_x\text{H}_y$ の成膜均一性が良好な約500°Cでリン添加ポリシリコン膜を成膜するとき、加熱された処理容器の一端側から $\text{PH}_3$ ガスを供給し、上記処理容器の他端側から $\text{PH}_3$ ガスを排出すると、 $\text{PH}_3$ ガスの熱分解状態が処理容器内の場所によって異なってしまう。すなわち処理容器内の $\text{PH}_3$ ガス排出側に比べて供給側での熱分解が十分に行われず、従って、 $\text{PH}_3$ 供給側に近い場所に収容されたウエハの成膜後のリン濃度が低くなり、バッチ処理を行った時ウエハ面間の均一性が劣化するという改善点を有する。この発明は、上記点に鑑みてなされたもので、熱分解温度の異なる複数の処理ガスを用いて複数枚の被処理体に成膜したとき被処理体面間の成膜均一性を改善することのできる熱処理装置を提供するものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明は、上記問題点を解決するために、予め定められた間隔で被処理体収納具に設けられた複数の被処理体と、この被処理体収納具を収容する反応管と、この反応管を囲繞する如く設けられた加熱機構と、上記反応管内に熱分解温度の異なる少なくとも2つの処理ガスを供給する少なくとも2つのガス供給部とを備えた熱処理装置において、上記ガス供給部の少なくとも1つには、上記処理ガスのうち熱分解温度の高い処理ガスを励起する励起機構を設けたものである。

## 【0007】

【作用】 本発明の熱処理装置において、反応容器内は第1の処理ガスが均一に処理することのできる温度に加熱されており、第1の処理ガスより熱分解温度の高い第2の処理ガスは、例えばガス加熱機構部のような励起機構により予め加熱されて励起されるので、第2の処理ガスは十分に熱分解されており、この状態で反応容器内で複数の被処理体に第1の処理ガスと第2の処理ガスがともに十分に熱分解された状態で成膜することができるので複数枚の被処理体に対して均一な成膜処理が行われる。

## 【0008】

【実施例】 以下に、本発明の実施例を図面を参照して説明する。この実施例の熱処理装置としての縦型成膜装置は、図1に示すように、長手方向にほぼ垂直に配設された円筒状の反応管1を有しており、この反応管1は耐熱性材料、例えば石英からなる外筒2と、この外筒2内に同心的に収容された例えば石英からなる内筒3とから構成された二重管構造となっている。上記外筒2及び内筒3は、ステンレス等からなるマニホールド4によって保持されており、このマニホールド4はベースプレート5に固定されている。そして、上記反応管1を囲繞する如く加熱機構として例えば内部の所望する均熱領域を50

0℃～1200℃に設定可能に抵抗発熱体からなる円筒状の加熱用ヒータ6が設置されて熱処理部が構成されている。

【0009】上記反応管1の下部に設けられたマニホールド4の下端部の開口部は、ステンレス等からなる円盤状のキャップ部7により、封止部例えば図示省略した弾性材料よりなるOリングを介して気密封止可能に構成されている。上記キャップ部7のほぼ中心部には、例えば磁気シールにより気密な状態で回転可能な回転軸8が挿通されている。この回転軸8の下端は図示省略した回転機構に接続されており、上端は例えばステンレススチールからなるターンテーブル9に固定されている。また、上記ターンテーブル9の上方には、反応管1の内筒3と所定の間隙を保持して石英からなる保温筒10が設置されており、この保温筒10上には多数枚の例えば50枚の半導体ウエハ11（被処理体は半導体ウエハに限らずガラス基板等どのようなものであっても構わない）が所定の間隔、例えば13mm間隔で積層収容された、例えば石英からなる被処理体収納具としてのウエハポート12が搭載されている。すなわち、前記ウエハポート12は、前記保温筒10上に設けることにより、前記均熱領域に設置される。

【0010】上記ウエハポート12、保温筒10、ターンテーブル9及びキャップ部7は、図示を省略した昇降機構例えばポートエレベータにより反応管1内にこの下方から一体となってローディングし、処理後アンロードされるように構成されている。マニホールド4の下部には、上方すなわちウエハポート12方向に向けて曲折されたL字状の例えば石英からなるガス供給部としての第1のガス導入管13がシール部材13bによりマニホールド4に気密に配設されている。上記シール部材13bには、例えばステンレススチールからなるガス配管13cが接続されている。この第1のガス導入管13に設けられたガス流出口13aはウエハポート12に収容された半導体ウエハ11の近傍に達するように垂設されており、半導体ウエハ11の配列方向に向けて開口されている。上記第1のガス導入管13には、成膜用の処理ガス例えばジシラン(Si, H<sub>2</sub>)と窒素(N<sub>2</sub>)が上記ガス供給源から供給されるように構成されている。

【0011】また、例えばリン(P)やボロン(B)や砒素(As)等のドープ元素を含む有機化合物を含有するドープ用ガス等の非成膜ガス例えばホスフィン(PH<sub>3</sub>)を反応管1内に導入する他のガス供給部としての第2のガス導入管14は、L字形状を有しており、マニホールド4の下部にシール部材14bによりマニホールド4に気密的に配設されている。上記第2の導入管14は、ウエハポート12に収容された各半導体ウエハ11の両方面に向けて所定の間隔で開口された複数のガス流出孔14aを有しており、各半導体ウエハ11に対して均一にPH<sub>3</sub>ガスを供給することができるよう配置さ

れている。

【0012】上記第2のガス導入管14は、PH<sub>3</sub>ガスが収容されたガス供給源16に接続される。このガス導入管14には、ガス流量調整器であるMFC17が配設される。このガス導入管14には、また、前記反応管1内に導入するに際し、励起、例えばPH<sub>3</sub>ガスを所定の温度に予備加熱し、この熱によりガスを成膜前に予め励起状態にすることのできる励起機構としてのガス加熱機構部20が配設される。従って、上記第2のガス導入管14は、所定の温度に加熱されて励起されたPH<sub>3</sub>ガスを上記反応管1内へ供給することができるよう構成されている。

【0013】上記ガス加熱機構部20には、図2に示す如く耐熱性材料例えば石英からなる円筒状の加熱容器21が設けられ、この加熱容器21を囲繞する如く例えば抵抗加熱ヒータ22が設けられ、このヒータ22からの放熱を防止するためにシリカブロックからなる断熱材23が設けられている。上記ヒータ22の近傍には温度検出器28が設けられ、図示しない制御部によって上記加熱容器21内が所定の温度に保持することが可能の如くヒータ22に電力を制御印加するよう構成されている。

【0014】上記加熱容器21の一端は、シール部材24に接続され、このシール部材24には上記MFC17を介して処理ガスであるPH<sub>3</sub>ガスが供給される例えばステンレススチールの配管17aが接続されている。また、上記加熱容器21の他端は、シール部材25に接続され、このシール部材25には例えばステンレススチールの配管14cが接続され、所定の温度に加熱された上記PH<sub>3</sub>ガスを上記第2のガス導入管14へ供給するよう構成されている。

【0015】更に又、上記加熱容器21と、ヒータ22と、断熱材23は、例えばステンレススチールからなる容器26で気密に囲繞され、この容器26の上部には排気管27が接続され、この排気管27は図示しない排気装置により常時排気され、上記石英の加熱容器21が破損して処理ガスである有害なPH<sub>3</sub>ガスは流出しても上記容器26外にPH<sub>3</sub>ガスが流出拡散することなく上記排気装置によって排気されるよう構成されている。そして、マニホールド4の上部側面には、図示を省略した真空ポンプ等の排気系に接続された排気管15が、外筒2と内筒3との間隙から処理ガスを排出し反応管1内を所定の減圧界囲気に設定することができるよう構成されている。

【0016】以上の如く熱処理装置は構成されている。上記構成の熱処理装置を用いて、リン添加シリコン成膜処理を行う場合について以下説明を行う。まず、ヒータ6により例えば被処理体処理領域が500℃の均熱加熱状態にある反応管1内に、その下方開口部から図示しないポートエレベータにより複数枚例えば60枚の半導体

ウエハ11を収容したウエハポート12をロードする。  
【0017】次に、反応管1内を所定の真空状態まで排気した後に、第1のガス導入管13から成膜用ガス例えばSi, H<sub>2</sub>ガス80SCCMとN<sub>2</sub>ガス120SCCMを内管3内に導入すると共に、PH<sub>3</sub>がヘリウム(H<sub>e</sub>)で1%に希釈された混合ガスを、第2のガス導入管14に設けられた複数のガス流出孔14aから半導体ウエハに均等に供給する。PH<sub>3</sub>とH<sub>e</sub>との混合ガスは、ウエハポート12の下部に収容された半導体ウエハ11が成膜されたと時、所望のリン濃度が得られるよう、流量調整される。上記混合ガス10は、上記ガス加熱機構20で200°C以上例えば300°C(少なくとも200°C以上)に加熱される。そして反応管1内を0.1~0.3Torr例えば0.2Torrになるように圧力を制御しながら排気を行い、所定時間例えば120分成膜を行うと3000Åのリン添加シリコン膜が半導体ウエハ11表面に成膜される。

【0018】上記条件で各半導体ウエハ11上に成膜されたシリコン膜のリン濃度は50枚のウエハ間で図3に示す如く $2.2 \times 10^{10}$ 個/cm<sup>3</sup>前後であり、リン濃度誤差は±10%以内と良好な均一性が得られた。この均一性は $1.0 \sim 5.0 \times 10^{10}$ 個/cm<sup>3</sup>の任意のリン濃度で得られる。本実施例の効果を確認するためにPH<sub>3</sub>ガスのガス加熱を行わずに同一条件で成膜した。この場合におけるリン濃度は図4に示すことくポート下側のウエハでは $1.5 \times 10^{10}$ 個/cm<sup>3</sup>、ポート上側のウエハでは $2.2 \times 10^{10}$ 個/cm<sup>3</sup>であり、リン濃度誤差は約±20%の不均一状態であった。

【0019】上記の如くガス加熱を行わないとリン濃度が不均一となる原因はポート下部のウエハ部分ではPH<sub>3</sub>がまだ十分に加熱分解されていないため反応が促進されずリン濃度が低くなり、一方ポート上部のウエハ部分では、PH<sub>3</sub>が反応管1内の500°C均熱領域を通過して十分加熱・分解されているため反応が促進されリン濃度が高くなるためである。また、第1のガス導入管13及び第2のガス導入管14はL字形状に限らず、長さの短い(例えば5cm)ストレート形状でも上記実施例と同様のリン濃度改善効果が得られる。

【0020】上記ガス加熱部20は抵抗発熱体を用いた加熱装置に限らずランプ加熱、プラズマ加熱、レーザ加熱等ガスを加熱することができればどのような加熱装置であっても構わない。また、ガス導入管13、14は各1本ずつに限らず、それぞれ複数本の管に分割することができる。この場合、第2のガス導入管14として機能する管は、すべてガス加熱機構部を通過するように構成する。また、配管14cと配管17aに電気信号で開閉することのできるインターロックバルブをそれぞれ設け、反応容器1内の圧力を測定しこの圧力が例えば1Torr以上になったとき上記インターロックバルブを開じるように構成し、例えば石英の加熱容器21が破損し

た場合にも安全を確保することができる安全機構を設けることも本発明を実施する上で有用である。

【0021】また、他の処理ガスとして亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)とシラン(SiH<sub>4</sub>)を用いて成膜する酸化膜成膜時、例えばN<sub>2</sub>Oをガス加熱機構部20で700°Cに加熱し反応容器1内で例えば780°Cで成膜することにより従来800°Cで成膜していたのとほぼ同一の膜質で良好な膜厚均一性を得ることができる。また、ガス加熱機構部20で加熱する温度は例えばホスフィン(PH<sub>3</sub>)ガスを加熱する場合、200°C以上であれば効果があるが、PH<sub>3</sub>とSi, H<sub>2</sub>との分解温度差(約50°C)を考慮し、予熱温度を350°C前後にすれば複数枚の被処理体間のリン濃度成膜均一性を前記実施例よりも改善することができるし、PH<sub>3</sub>ガスの分解温度より高い温度に加熱してもよいことは当然である。

【0022】上記実施例にあっては、処理ガスを励起する励起機構としてガス加熱機構部20を用いたが、これに代えて図5または図6に示すように処理ガスに光を照射する光照射機構部20bまたは処理ガスをプラズマ化するプラズマ化機構部20cをそれぞれ設けるようにしてもよい。尚、図5および図6において、図2中の部材と同一部材については同一符号を付し、それらの説明を省略する。具体的には、図5にあっては抵抗発熱体を用いた励起機構であるガス加熱機構部に代えて、光照射を利用した光照射機構20bが設けられる。ここでPH<sub>3</sub>は、吸収端を200nm以下に有するため、光源として重水素ランプやArFエキシマーレーザ等が使用できる。

【0023】この光照射機構部20bの加熱容器21の外周にはこれを挟むように、例えば光源としての重水素ランプ32と反射板34とが配置されている。このとき、光照射の条件は、加熱容器21内のPH<sub>3</sub>の流量が100SCCMの場合、100W程度である。また、図6にあっては抵抗発熱体を用いた励起機構であるガス加熱機構部に代えて、プラズマを利用したプラズマ化機構部20cが設けられる。具体的には、加熱容器21の外周には、これを囲むように高周波コイル42が配置されており、このコイルに図示しないRF電源より電力を供給して、上記加熱容器21内を流れる処理ガスをプラズマ化することにより励起するように構成されている。この場合、プラズマ化に望ましい条件は、加熱容器21内のPH<sub>3</sub>の流量が、例えば100SCCMの場合、13.56MHz、10Wの高周波を印加する。

【0024】尚、上記実施例では、成膜温度が高温であったため、予備加熱したが、低温の場合に予備低温加熱することになるのは、説明するまでもないことである。上記実施例では、半導体膜を形成する場合について説明したが、半導体膜に限らず、金属膜、絶縁膜、酸化膜、拡散などの装置や工程に用いてもよいことは説明するまでもないことである。本発明は上記実施例に限定されるものではなく2種類以上の処理ガスを用いる熱処理装置で

あれば酸化拡散装置、CVD装置、プラズマCVD装置等に利用することができる。また、被処理体は半導体ウエハに限らずガラス基板等のどのようなものであっても構わない。

【0025】また、本発明にあっては、励起機構としてガス加熱機構部、光照射機構部、プラズマ化機構部を用いた場合について説明したが、これに限定されず処理ガスを励起し得るものであれば、どのようなものでも良い。

【0026】

【発明の効果】以上の如く本発明を用いることにより、熱分解温度の異なる複数の処理ガスを用いて成膜を行っても、複数枚の被処理体間の成膜均一性を大幅に改善することができるという顕著な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る熱処理装置を示す説明図である。  
【図2】図1の励起機構としてのガス加熱機構部の説明図である。

【図3】ガス加熱した場合のウエハ位置対リン濃度特性図である。

10

20

【図4】ガス加熱をしなかった場合のウエハ位置対リン濃度特性図である。

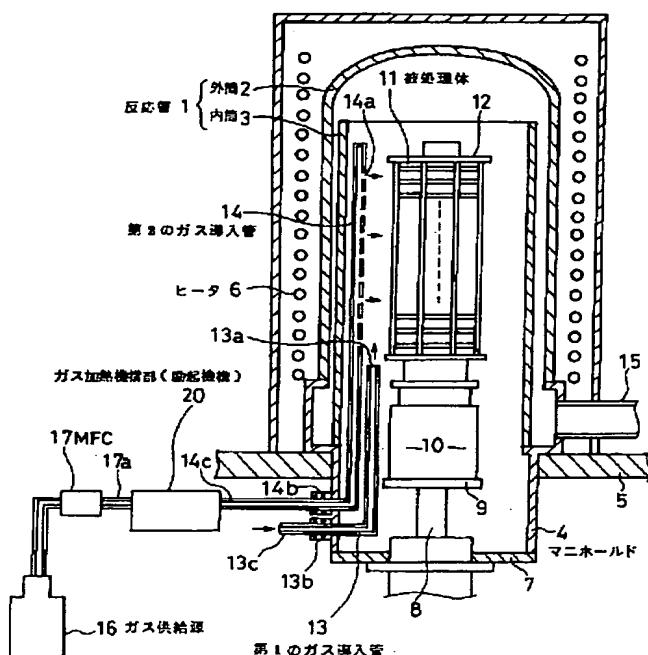
【図5】励起機構として用いられる光照射機構部を示す断面図である。

【図6】励起機構として用いられるプラズマ化機構部を示す断面図である。

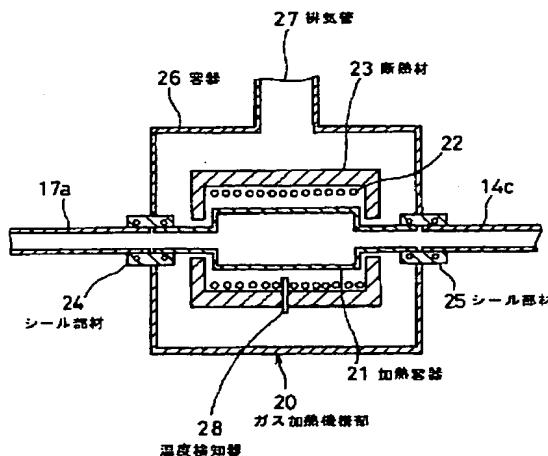
【符号の説明】

- |      |                 |
|------|-----------------|
| 1    | 反応管             |
| 2    | 外筒              |
| 3    | 内筒              |
| 4    | マニホールド          |
| 6    | ヒータ（加熱機構）       |
| 11   | 半導体ウエハ（被処理体）    |
| 12   | ウエハポート（被処理体収納具） |
| 13   | 第1のガス導入管（ガス供給部） |
| 14   | 第2のガス導入管（ガス供給部） |
| 20   | ガス加熱機構部（励起機構）   |
| 20 b | 光照射機構部（励起機構）    |
| 20 c | プラズマ化機構部（励起機構）  |

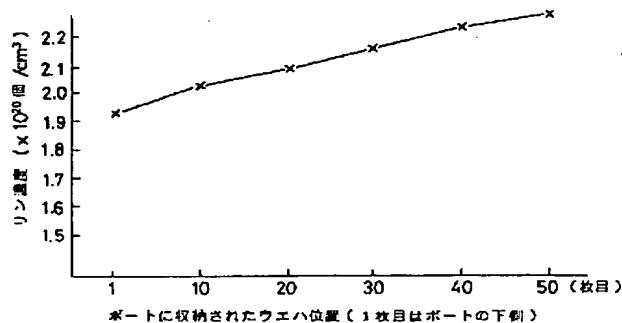
【図1】



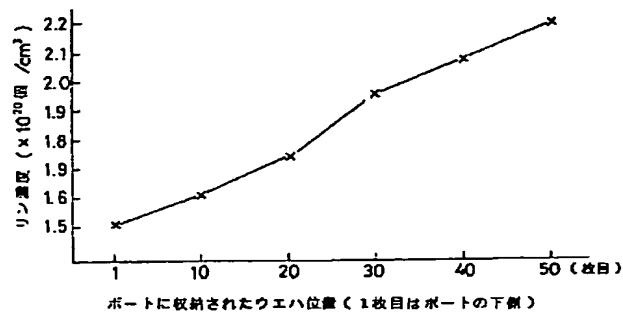
【図2】



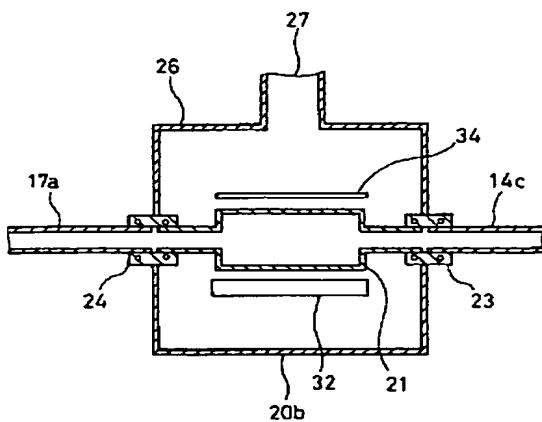
【図3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

